

- система подчинения и тесная взаимосвязь между различными подсистемами сервиса;
- доступ к функциям, предоставляемым за абонентскую плату, предоставляется с помощью мобильного приложения только в онлайн-режиме;
- синхронизация данных между базами данных мобильного приложения и сервера.

Список использованных источников

1. Бычкова А.С. Сервис автоматизации составления программ тренировок с учетом физиологических особенностей человека / А.С. Бычкова, Р.А. Лунёв, А.О. Тарасов // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2015). – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 379 с. – С. 188 – 191.
2. Бычкова А.С. Сервис автоматизации составления программ тренировок с учетом физиологических особенностей человека, как электронная услуга населению / А.С. Бычкова, Р.А. Лунев, В.Н. Волков, А.А. Стычук // Научные ведомости БелГУ. Серия: Экономика. Информатика. – Белгород: НИУ «БелГУ», Издательский дом «Белгород», 2015. – №7(204)2015, Выпуск 34/1. Июнь 2015. – 205 с. – С. 132–136. – ISSN 2411-3808.
3. Бычкова А.С. Сервис автоматизации составления программ тренировок с учетом физиологических особенностей пользователя // Международная научно-техническая интернет конференция ИСиТ 2015 «Информационные системы и технологии», Орел, 2015, режим доступа: <http://irsit.ru/article585>.

УДК 669.162.263

М. А. Бякова, И. А. Гурин, В. В. Лавров, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГРУППЕ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Аннотация

В работе представлено программное обеспечение для расчета оптимального распределения природного газа в группе доменных печей. Программное обеспечение позволяет рекомендовать для инженерно-технологического персонала доменного цеха оптимальные параметры комбинированного дутья для каждой из печи при изменении режимных параметров их работы, объема имеющихся топливно-энергетических ресурсов и конъюнктуры рынков.

Ключевые слова: доменное производство, оптимизация, математическое моделирование, распределение энергоресурсов, программное обеспечение.

Abstract

The energy and resource efficiency problems in ferrous metallurgy are considered. The main attention is given to the new equipment of blast furnaces, decrease the energy consumption for the iron smelting, the new technologies, using new types of raw materials, fuel and waste, and also the information modeling systems for pig iron production management.

Keywords: blast furnaces, optimization, mathematical modeling, distribution of energy, software.

Цены на кокс и природный газ прогнозам продолжают расти в ближайшей и долгосрочной перспективе. При заданном на доменный цех общем расходе этих ресурсов целесообразно иметь оперативную методику оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на отдельных доменных печах и осуществлять их оптимальное распределение. Решить эту задачу можно только на основе широкого использования современных методов математического моделирования и разработок на этой основе автоматизированных систем оптимизации распределения энергоресурсов [1; 2].

Ранее в промышленную эксплуатацию на ОАО «ММК» была внедрена модельная система оптимального управления топливно-энергетическими ресурсами доменного цеха [3]. Однако в связи с переводом компьютерного парка предприятия на более современные версии операционных платформ появилась потребность в совершенствовании программного обеспечения системы с использованием новых программных средств и технологий.

В данной работе рассматривается реализованное в среде Microsoft Visual Studio на языке C# программное обеспечение для решения задачи оптимального распределения природного газа в группе доменных печей с учетом индивидуальных технологических ограничений на каждую печь и параметров работы доменного цеха.

Используемый подход основан на следующих положениях: при относительно небольших колебаниях параметров относительно базовых значений целесообразно использовать принцип малых отклонений и свести задачу оптимизации к линейному математическому программированию. В общем виде математическая модель оптимального распределения природного газа в доменном цехе содержит линейную целевую функцию и ограничения. Целевая функция сводит к максимуму эффективность использования природного газа в цехе [3]:

$$Z = \sum_{j=1}^n \left\{ \alpha (e_j C_K - C_{ПГ}) + (1 - \alpha) C_{ПГ} [\Delta P_j^{ПГ} - e_j \Delta P_j^K] V_j^{ПГ} \right\} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Z – эффективность использования природного газа в цехе, руб./час;

n – количество печей в цехе, шт.;

α – весовой коэффициент, который определяет, что предпочтительнее – выигрыш в денежном выражении или в производительности, $0 < \alpha \leq 1$;

e_j – эквивалент замены кокса на природный газ, кг кокса/м³ природного газа;

C_K – стоимость кокса, руб./кг кокса;

$C_{ПГ}$ – стоимость природного газа, руб./м³;

$C_{ПГ}$ – условно постоянный коэффициент, который показывает на сколько увеличиваются затраты при увеличении производительности, руб./т чугуна;

$\Delta P_j^{ПГ}$ – изменение производительности j -й печи при увеличении расхода природного газа на 1 м³, т чугуна/м³ ПГ;

ΔP_j^K – изменение производительности j -й печи при увеличении расхода кокса на 1 кг, т чугуна/кг кокса;

$V_j^{ПГ}$ – расход природного газа на j -й печи, м³/час.

Задача оптимизации включает следующие компоненты:

- максимизируемая целевая функция Z ;
- коэффициенты, отражающие влияние расходов природного газа на показатели теплового, газодинамического и шлакового режимов доменной плавки;
- ограничения на показатели теплового, газодинамического и шлакового режимов по печам (максимальные и минимальные величины содержания S и Si в чугуне, расхода газа на доменную печь, теоретической температуры горения на фурмах, обобщенного показателя теплового состояния низа печи, отношения теплоемкостей потоков шихты и газов в шахте, степени уравновешивания шихты газовым потоком и др.);

– ограничения на цех в целом по запасам кокса и природному газу, требуемая производительность цеха.

На данный момент алгоритм решения задачи оптимизации реализован в пакете Microsoft Office Excel, где с использованием встроенной надстройки «Поиск решения» реализован блок оптимального распределения природного газа в базовом режиме, позволяющий оценить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов [3; 4].

С другой стороны, среда Microsoft Visual Studio (C#) включает средства автоматизации приложений. Например, для автоматизации расчета написана библиотека объектов Microsoft Office Excel, которая позволяет выполнять практически все действия, которые можно выполнить вручную через интерфейс пользователя. Библиотека включает возможности чтения и изменения ячеек на листах книги, создание диаграмм и вызов макросов. Имея такой функционал, принято решение об интеграции библиотека объектов Microsoft Office Excel с Microsoft Visual Studio (C#).

Подход интеграции Microsoft Office Excel и Microsoft Visual Studio (C#) основан на клиент-серверной архитектуре. В роли сервера выступает Excel-документ, на котором хранятся данные для расчета и модель. Пользовательское приложение в роли клиента читает и изменяет эти данные, вызывает процесс расчета и читает его результаты.

Шаги алгоритма оптимизации при такой архитектуре представлены на рис. 1.

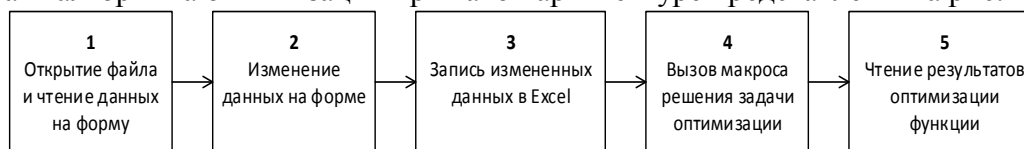


Рис. 1. Алгоритм работы оптимизации при интеграции с Microsoft Office Excel

Преимуществом такого подхода является быстрая разработка программного средства за счет сокращения времени на разработку, тестирование и отладку математической библиотеки. В отличие от первоначального варианта прямой работы пользователя с Excel-документом, этот подход имеет следующие основные преимущества:

- централизованное хранение и возможность автоматической загрузки исходных данных для расчета из централизованной базы данных предприятия;
- оперативное представление пользователю в удобном виде нескольких вариантов расчета оптимизации в количественном и графическом виде.

Архитектура информационной системы приведена на рисунке 2.

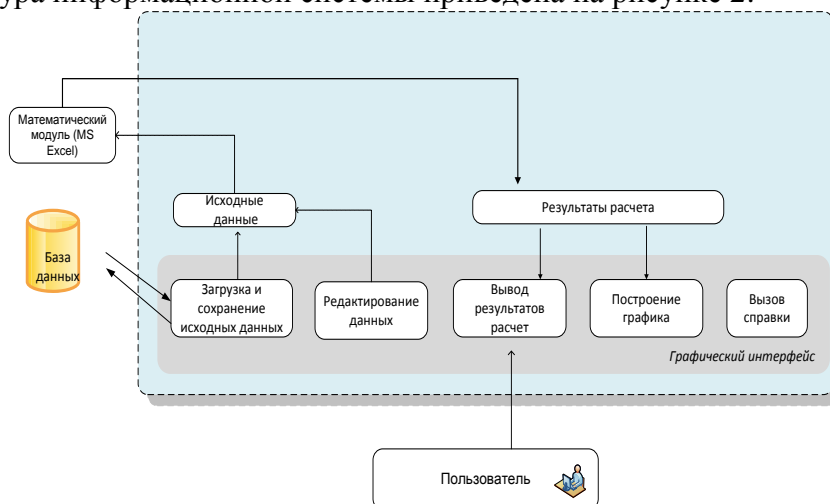


Рис. 2. Архитектура информационной системы

Запуск программы осуществляется двойным щелчком левой кнопкой мыши на файле с именем Optimg.exe. После этого на экране появляется главная форма приложения (рис. 3). В

таблице отображены показатели работы доменных печей, которые необходимы для решения задачи оптимизации.

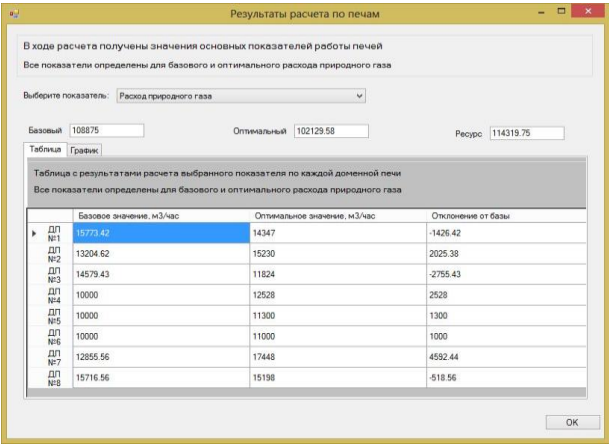
Пользователь выбирает на главной вкладке «Параметры модели» и в каждом из подпунктов меню задает ограничения на цех и на каждую доменную печь. После этого нажимает на кнопку «Расчет». Расчет выполняется на основе усредненных базовых показателей работы доменных печей за прошедший период работы. В случае успешного выполнения расчета пользователю на экран выводится специальное сообщение «Решение найдено!».

Показатель работы базового периода	ДП-1	ДП-2	ДП-3	ДП-4	ДП-5	ДП-6	ДП-7	ДП-8
Отношение теплотемпостой потоков, доли	0.83666	0.8768	0.804	0.8468	0.836	0.8468	0.8723	0.8903
Производительность печи, т/час	146.4	136.4	134.3	122.3	138.2	138.8	191.4	151.6
Расход кокса на печь, т/час	64.25	66.76	56.08	49.78	62.92	60.02	81.68	69.7
Расход природного газа на печь, м3/час	14347	15230	11824	12528	11300	11000	17448	15198
Содержание кремния в чугуне, %	0.59	0.51	0.66	0.6	0.535	0.44	0.4	0.6
Содержание серы в чугуне, %	0.015	0.014	0.013	0.014	0.017	0.016	0.013	0.014
Степень уравнивания шихты газовым...	0.45	0.452	0.453	0.46	0.457	0.459	0.457	0.462
Теоретическая температура горения печи,...	1937.8	1959	2090.6	1989.5	1997	1925	1974	1981.5
Эквивалент замены кокса, кг кокса/м3 п...	0.59	0.53	0.85	0.59	0.75	0.79	0.87	0.77

Рис. 3. Главная форма программного средства

После этого в главном меню программы активизируется команда «Результаты», которая недоступна пользователю без выполнения команды меню «Расчет» (рис. 4).

а



б

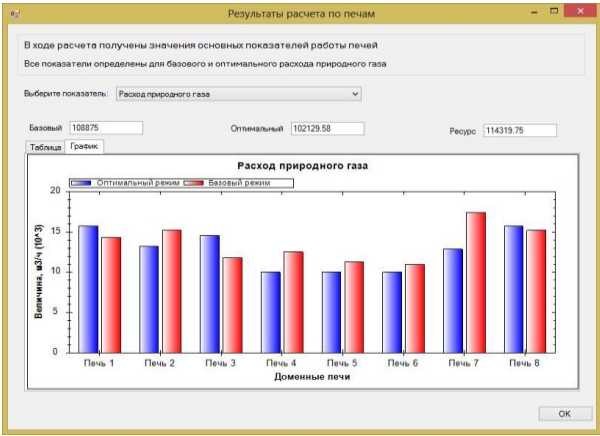


Рис. 4. Окно отображения результатов расчета:
а – табличный вид; б – в виде диаграммы

Команды подменю разделены на следующие функциональные категории:

– подпункт меню «Таблица по цеху» позволяет отобразить в табличном виде значения основных показателей работы всех доменных печей, участвующих в расчете. Отображение осуществляется в специальном окне, вид которого представлен на рис. 4, а. Здесь представлены оптимальные и базовые значения выбранного показателя для каждой доменной печи, а также относительное отклонение. Пользователь может выбрать из списка любой доступный показатель, и содержимое окна автоматически обновится;

– подпункт меню «Диаграмма» вызывает появление окна с графической интерпретацией полученных результатов в виде диаграммы (рис. 4, б). Столбики диаграммы отображают для каждой печи базовое и оптимальное значения показателя, который выбран для показа.

Список использованных источников

1. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. М.: Энегтоиздат, 1986. – 400 с.
2. Оптимизация в технике / Г.Рейклеитис, А.Рейвиндран, К.Рэгсдел // М.: Мир, 1986. – 350 с.
3. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П.Онорин, Н.А.Спирин, В.Л.Терентьев [и др.]; под ред. Н.А.Спирина. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 301 с.
4. Спирин Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А.Спирин, В.В. Лавров, С.И. Паршаков, С.Г. Денисенко. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 307 с.
5. Леоненков А. В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel / А.В.Леоненков. СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 704 с.

УДК 004.588

М. А. Вагизова, В. А. Гольцев, В. В. Луговкин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ»

Аннотация

В статье рассматривается разработка виртуальной лабораторной работы на основе программной платформы Unreal Engine 4 в среде редактора визуального программирования Blueprint. При создании была разработана 3D модель лабораторной установки в программном продукте Autodesk 3ds Max, интерфейс был подготовлен при помощи Adobe Photoshop CS6. Целью данной лабораторной работы является знакомство студентов с номинальными статическими характеристиками контактных датчиков температуры (термопар и термометров сопротивления).

Ключевые слова: Виртуальная лабораторная работа, Unreal Engine, Unity, разработка, программная платформа.

Abstract

The paper considers the development of a virtual laboratory work based on the Unreal Engine 4 software platform in the Blueprint visual programming editor. During the creation 3D model of laboratory installation has been developed in the software product Autodesk 3ds Max, the interface has been developed with the help of Adobe Photoshop CS6.